

**PCT**  
 WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
 Internationales Büro  
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



F5

6

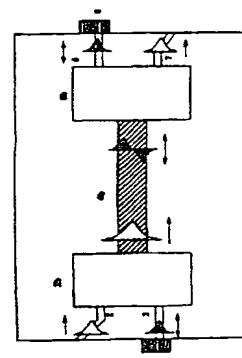
<p>(51) Internationale Patentklassifikation<sup>6</sup> :  <b>H01S 3/25, 3/025, G02B 6/28</b></p>	<p><b>A1</b></p>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 96/13084</b></p> <p>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: <b>2. Mai 1996 (02.05.96)</b></p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: <b>PCT/CH95/00233</b></p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: <b>11. Oktober 1995 (11.10.95)</b></p> <p>(30) Prioritätsdaten:  <b>3160/94-6</b>                      <b>21. Oktober 1994 (21.10.94)</b>                      <b>CH</b></p> <p>(71)(72) Anmelder und Erfinder: <b>BESSE, Pierre-André [CH/CH];</b>  <b>Avenue de la Piscine 30, CH-1020 Renens (CH).</b></p>	<p>(81) Bestimmungsstaaten: <b>CA, JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</b></p> <p><b>Veröffentlicht</b>  <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i></p>	

(54) Title: **PROCESS FOR CONTROLLING SATURATION AND NON-LINEAR EFFECTS IN OPTICAL SEMICONDUCTOR AMPLIFIERS**

(54) Bezeichnung: **VERFAHREN ZUR BEKÄMPFUNG DER SÄTTIGUNG UND DER NICHTLINEAREN EFFEKTE IN OPTISCHEN HALBLEITERVERSTÄRKERN**

(57) Abstract

A fixed optical semiconductor amplifier for an optical travelling wave comprising: two or more separate inputs (1, 2), one for the travelling wave signals (open) and the other for the resonant light (filled); a mixer (3b) which locally superimposes the travelling wave signals and the resonant light and must receive the information on the origin of the light; an amplification section (4b) in which both the resonant and the travelling wave light are superimposed and amplified; a demixer (5b) which makes use of the information on the origin of the light (contained in the complex light distribution) to separate the resonant from the travelling wave light and send it to two or more separate outputs, the mixer input (1) for the travelling wave signals unambiguously corresponding to a given demixer output (2); two or more reflex points (8) placed in such a way that at least one input-output pair is resonant and thus the inversion and amplification in the amplifier section are limited. This optical amplifier prevents interference through saturation and non-linear effects and may be used in telecommunication systems.



(57) Zusammenfassung

Ein fixierter optischer Halbleiterverstärker zur Verstärkung einer optischen Wanderwelle, der folgende Elemente umfasst: Zwei oder mehrere getrennte Eingänge (1, 2), einen für die Wanderwellensignale (offen) und die anderen für das resonante Licht (gefüllt); einen Mischer (3b), der die Wanderwellensignale und das resonante Licht örtlich überlagert. Dieser Mischer muss die Information der Herkunft des Lichtes erhalten; eine Verstärkungssektion (4b), in der beide, das resonante und das Wanderwellenlicht, überlagert sind und verstärkt werden; einen Entmischer (5b), der die Information der Herkunft des Lichtes (in der komplexen Lichtverteilung enthalten) benützt, um das resonante Licht vom Wanderwellenlicht zu trennen und nach zwei oder mehreren getrennten Ausgängen zu schicken. Der Mischereingang (1) für die Wanderwellensignale entspricht eindeutig einem bestimmten Entmischerausgang (7); zwei oder mehrere so platzierte Reflexstellen (8), dass mindestens ein Eingang-Ausgang-Paar resonant ist, und damit die Inversion und die Verstärkung in der Verstärkungssektion begrenzt wird. Dieser optische Verstärker vermeidet Störungen durch Sättigung und nichtlineare Effekte und findet Anwendung in Telekommunikationssystemen.

23

# **LEDIGLICH ZUR INFORMATION**

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	GA	Gabon	MR	Mauretanien
AU	Australien	GB	Vereinigtes Königreich	MW	Malawi
BB	Barbados	GE	Georgien	NE	Niger
BE	Belgien	GN	Guinea	NL	Niederlande
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	NZ	Neuseeland
BJ	Benin	IE	Irland	PL	Polen
BR	Brasilien	IT	Italien	PT	Portugal
BY	Belarus	JP	Japan	RO	Rumänien
CA	Kanada	KE	Kenya	RU	Russische Föderation
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KG	Kirgisistan	SD	Sudan
CG	Kongo	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CH	Schweiz	KR	Republik Korea	SI	Slowenien
CI	Côte d'Ivoire	KZ	Kasachstan	SK	Slowakei
CM	Kamerun	LJ	Liechtenstein	SN	Senegal
CN	China	LK	Sri Lanka	TD	Tschad
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TG	Togo
CZ	Tschechische Republik	LV	Lettland	TJ	Tadschikistan
DE	Deutschland	MC	Monaco	TT	Trinidad und Tobago
DK	Dänemark	MD	Republik Moldau	UA	Ukraine
ES	Spanien	MG	Madagaskar	US	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	ML	Mali	UZ	Usbekistan
FR	Frankreich	MN	Mongolei	VN	Vietnam

## Verfahren zur Bekämpfung der Sättigung und der nichtlinearen Effekte in optischen Halbleiterverstärkern.

### Stand der Technik

In der modernen Optik werden Lichtstrahlen verarbeitet. Eine wichtige Funktion ist dabei die Verstärkung von Lichtstrahlen. Oft werden diese Strahlen in optischen Wellenleitern [1] geführt. Die Führung kommt dadurch zustande, dass der Wellenleiterkern durch einen reflektierenden Übergang begrenzt ist. Bei Hohlraumwellenleitern wird ein Metall dazu verwendet. In dielektrischen Wellenleitern wird zur totalen Reflexion ein umgebendes Medium mit kleinerem Brechungsindex verwendet (Wellenleitermantel). In optischen Wellenleitern können nur jene Moden propagieren, welche die Maxwellgleichungen erfüllen. Die Wellenleiter werden cut-off, monomode oder multimode genannt, je nachdem ob sie keinen, nur einen Mode jeder Polarisierung oder mehrere Moden führen können.

In der faseroptischen Kommunikation erfolgt die Datenübertragung mit optischen Signalen durch Glasfasern. Die Verarbeitung der optischen Signale erfolgt auf integrierten optischen Chips, die zwischen den Fasern platziert werden. Zur Herstellung dieser Chips werden meist dünne Filmschichten auf einem Träger (Substrate wie z.B. Glas, Si, InP, GaAs...) angebracht und anschließend strukturiert. In III-V Halbleitern werden optische Verstärker [2] hergestellt und mit anderen Komponenten der Optik integriert.

In solchen optischen Halbleiterverstärkern wird eine freie Ladungsträgerinversion durch elektrische oder optische Pumpmechanismen erzeugt. Die III-V

0 Halbleiter zeigen eine Verstärkung die direkt mit dieser Inversion in Verbindung  
steht [3]. Die Eingangssignale werden dabei durch stimulierte Emission in einen  
einzigsten Durchgang (optische Wanderwelle) verstärkt. Die Sättigung und viele  
sogenannte nichtlineare Effekte hängen damit zusammen, dass die Inversion  
selber von der Stärke des Eingangssignals abhängt. Diese Effekte sind  
5 Störungen, die die Anwendung solcher Verstärker in  
Telekommunikationssystemen einschränken. Zum Beispiel Intermodulationen,  
Übersprechen und Sättigungscharakteristiken resultieren davon.

Verschiedene Lösungen wurden vorgeschlagen, um diese Effekte klein zu  
10 halten. Das Ziel ist immer, die Inversion konstant zu halten, unabhängig davon,  
wie groß die optischen Signale sind. Direkte elektrische Rückkopplungen zur  
Kompensation oben genannter Effekte wurden getestet [4]. Diese Verfahren sind  
jedoch sehr kompliziert. Kürzlich wurden optische Rückkopplungen angewandt  
[5][6]. Diese sogenannten fixierten optischen Halbleiterverstärker sind viel  
15 einfacher im Aufbau und brauchen nur wenige Zusatzkomponenten.

Diskussion der fixierten optischen Halbleiterverstärker:

In diesen Verfahren werden eine resonante optische Kavität und der Wanderwel-  
20 lenweg überlagert. Die resonante Kavität entspricht einem Laser über der  
Schwelle. Im Laser über der Schwelle ist die Inversion und deshalb auch die  
Materialverstärkung konstant. Der Gütefaktor (Q-Faktor) [3] der Kavität (Zum  
Beispiel die Reflektivität der Facette) kontrolliert die Inversion. Einer kleinen  
25 Güte entspricht eine große Verstärkung. Das Wanderwellensignal und das

0 resonante Lasersignal müssen unterschieden werden können. In den bekannten  
Verfahren [5][6] wird die Wellenlänge als Unterscheidungscharakteristik  
benützt. Die Kavität wird durch Gitter (extern [5] oder intern [6]) definiert. Diese  
ist deshalb nur bei einer Wellenlänge resonatorisch. Schwache Gitter werden  
benützt, um hohe Verstärkung zu erreichen. Der Gitterwirkungsgrad soll aber  
5 mindestens so groß sein, dass ein Resonanzeffekt stattfindet. Außerhalb der  
resonatorischen Wellenlängebereiche kann die Komponente als Wanderwellen-  
verstärker gebraucht werden.

In diesen fixierten optischen Halbleiterverstärkern bleibt die Inversion (und  
10 deshalb die Materialverstärkung) konstant. Wenn externe Signale durch die  
Komponente gesendet werden, findet eine Energieübertragung von resona-  
torischem Laserlicht zu den externen Signalen statt, ohne dass die Inversion  
geändert wird. Die Sättigung und viele nichtlineare Effekte werden damit  
vermieden. Das Prinzip funktioniert solange, wie die Resonanzbedingung der  
15 resonatorischen optischen Kavität erfüllt ist.

Die Nachteile der bisherigen fixierten optischen Halbleiterverstärker sind:

- Sie brauchen sehr feine Gitter (als Bragg Reflektoren) die sehr schwierig zu integrieren sind ("Distributed Bragg Reflector" DBR-Technik) [3].
- 20 - Die Wellenlänge ist die Unterscheidungscharakteristik zwischen resona-  
torischer optischer Kavität und Wanderwellenweg, deshalb kann das externe  
Signal nicht dieselbe Wellenlänge wie das resonatorische Licht haben. Dies  
schränkt den brauchbaren Wellenlängenbereich ein, und zwingt zur Anwendung  
25 von Gittern, um dieses unbrauchbare Gebiet klein zu halten und an den Rand der

- 0        interessanten Wellenlängeregion zu setzen.
- Am Ausgang überlagert sich das resonatorische Laserlicht mit den verstärkten Signalen. Dieses Laserlicht stört den nächsten Verstärker. Wellenlängenfilter sind in Systemen notwendig um solche fixierte optische Halbleiterverstärker zu gebrauchen.
- 5        - Das resonante Laserlicht wird auch rückwärts gesendet, was das gesamte Transmissionssystem stören kann. Optische Isolatoren oder weitere Wellenlängenfilter werden nötig. Beide Komponenten sind sehr schwierig zu integrieren.

Es ist Aufgabe der Erfindung:

- 10        Verfahren zu entwickeln, die optische Rückkopplung in Halbleiterverstärkern erzeugen. Einfache integrierbare Elementen sind zu verwenden, der brauchbare Wellenlängenbereich soll nicht eingeschränkt werden und das resonatorische Licht soll weder vorwärts noch rückwärts in das System gestrahlt werden.
- 15        Die Aufgabe wird nach den, in den Ansprüchen 1 bis 6 beschriebenen Verfahren gelöst. Das allgemeine Verfahren (Anspruch 1) folgt diesem Prinzip:  
Fixierte optische Verstärker können realisiert werden, indem das resonatorische Licht und die Wanderwellensignale nicht durch unterschiedliche Wellenlänge, sondern durch verschiedene komplexe Lichtverteilungen gekennzeichnet sind.
- 20        Unter komplexer Verteilung sind unterschiedliche Amplituden- und, oder Phasenverteilungen zu verstehen. Die komplexen Lichtverteilungen sollen so unterschiedlich sein dass beide (resonatorisches und Wanderwellenlicht) gemischt und später getrennt werden können. Das Bauteil enthält folgende
- 25        Komponenten (Fig.1):

- 0       - Zwei oder mehrere getrennte Eingänge, einen für die Wanderwellensignale und die anderen für das resonante Licht.
- Ein Mischer, der die Wanderwellensignale und das resonante Licht örtlich überlagert. Dieser Mischer muß die Information der Herkunft des Lichtes erhalten.
- 5       - Eine Verstärkungssektion, in der beide, das resonante und das Wanderwellenlicht, überlagert sind und verstärkt werden.
- Ein Entmischer, der die Information der Herkunft des Lichtes (in der komplexen Lichtverteilung enthalten) benützt, um das resonante Licht vom Wanderwellenlicht zu trennen und nach zwei oder mehrere getrennten
- 10       Ausgängen zu schicken. Der Mischereingang für die Wanderwellensignale entspricht eineindeutig ein bestimmter Entmischerausgang.
- Zwei oder mehrere so platzierte Reflexstellen, dass mindestens ein Eingang-Ausgang-Paar resonant und damit die Inversion und die Verstärkung in der Verstärkungssektion begrenzt wird (kein Gitter ist notwendig, eine Fabry-Perot
- 15       Kavität [3] reicht). Zudem sind, bei dem Wanderwellen Eingang-Ausgang-Paar, die üblichen Maßnahmen vorzusehen, um störende Reflexionen zu vermeiden (zum Beispiel: Anti-Reflexions Beschichtungen, schräge Ausgangsfazetten, [7] ...). Dieses sogenannte wanderwellen Eingang-Ausgang-Paar erfährt eine begrenzte Verstärkung und erfüllt die Voraussetzungen für einen optischen
- 20       Wanderwellenweg. Die beschränkte Inversion (und Verstärkung) impliziert, dass die Sättigungseffekte und die damit zusammenhängenden nichtlinearen Effekte stark reduziert sind.
- 25       Von diesen allgemeinen Verfahren kann man drei spezielle Verfahren herleiten.

- 0 Das erste spezielle Verfahren (Anspruch 2) folgt dem allgemeinen Verfahren.  
Der Mischer ist durch einen 2x2 Lichtteiler mit Teilerverhältnis nahe bei 50/50,  
der Entmischer durch einen weiteren 2x2 Lichtteiler mit Teilerverhältnis nahe  
bei 50/50 gegeben (Fig 2). In diesen Komponenten wird das Licht eines jeden  
Einganges auf beide Ausgänge im Verhältnis von nahezu 50/50 verteilt. Die  
5 Information über die Herkunft des Lichtes ist in der relativen Phase der beiden  
Aus- respektive Eingänge enthalten. Zum Beispiel können als 2x2 Teiler  
folgende Komponenten der integrierten Optik verwendet werden: Richtungs-  
koppler [1], Zwei-Mode oder Multi-Mode Interferenz (MMI)-Koppler [8],  
asymmetrische X-Junktionen [9]...
- 10 Die Verstärkungssektion enthält in diesem Fall zwei idealerweise identische,  
voneinander getrennte Wellenleiter. Das Verstärkungsmedium wird in beide  
Wellenleiter plaziert. Im Fall von nicht identische Wellenleiter soll ein Phasen-  
schieber in ein Wellenleiter eingesetzt werden.  
Das gesamte Bauteil ist ein Mach-Zehnder Interferometer [1] [10] [11] mit  
15 folgende Eigenschaften: jeder Eingang führt eineindeutig zu einem bestimmten  
Ausgang. Ein Eingang-Ausgang-Paar ist eine resonante Kavität, das andere Paar  
ist ein optischer Wanderwellenweg.  
Das zweite spezielle Verfahren (Anspruch 3) folgt dem allgemeinen Verfahren.  
Der Mischer jedoch ist ein Mode-Mischer, der Entmischer ein Mode-Entmischer  
20 (Fig.3). Der Modemischer hat zwei Eingänge und einen Ausgang. Der  
Grundmode eines Eingangs führt zum Grundmode des Ausgangs, der  
Grundmode des zweiten Eingangs führt zum zweiten Mode des Ausgangs. Der  
Mode-Entmischer hat einen Eingang und zwei Ausgänge. Der Grundmode des  
25 Eingangs führt zum Grundmode eines Ausgangs. Der zweite Mode des



- 0      Eingangs führt zum Grundmode des zweiten Ausganges. Zum Beispiel können als Mode-Mischer und Mode-Entmischer folgende Komponenten der integrierten Optik verwendet werden: asymmetrische adiabatische Y-Junktions [9] [12], bestimmte Reihenfolgen von MMI-Kopplern [13][14][15]...
- 5      Die Verstärkungssektion enthält in diesem Fall einen Wellenleiter mit mindestens zwei Moden. Das gesamte Bauteil hat folgende Eigenschaften: jeder Eingang führt eindeutig zu einem bestimmten Ausgang. Das eine Eingang-Ausgang-Paar ist eine resonante Kavität, das andere ein optischer Wanderwellenweg.
- 10     Das dritte spezielle Verfahren (Anspruch 4) folgt dem allgemeinen Verfahren. Der Mischer jedoch ist ein umgekehrter Mode-Filter, der Entmischer ein Mode-Filter (Fig.4). Der umgekehrte Modfilter hat mehreren Eingänge und einen Hauptausgang. Der Grundmode eines Eingangs führt zum Grundmode des Hauptausgangs, die anderen Eingänge führen zum zweiten Mode des
- 15     Hauptausgangs. Der Mode-Filter hat einen Haupteingang und mehrere Ausgänge. Der Grundmode des Haupteingangs führt zum Grundmode eines Ausganges. Der zweite Mode des Haupteingangs führt zu den anderen Ausgängen. Zum Beispiel können MMI-Kopplern [13][14] als Mode-Filter und umgekehrter Mode-Filter wirken. Besonders MMI-Koppler der Länge  $L=3L_c/4$
- 20     mit einem Eingang in der Mitte und zwei Eingänge ganz am Rand, und einem Hauptausgang in der Mitte (Fig.4) sind besonders geeignet. Nebenausgänge bringen unerwünschte Lichtstrahlen zur Verlustregionen.
- 25     Die Verstärkungssektion enthält in diesem Fall einen Wellenleiter mit mindestens zwei Moden. Das gesamte Bauteil hat folgende Eigenschaften:

- 0 Ein Eingang führt eineindeutig zu einem bestimmten Ausgang, diese Eingang-Ausgangs-Paar ist der Wanderwellenweg. Die anderen Ein- und Ausgänge bilden eine resonante Kavität.

- Jedes Eingang-Ausgang-Paar hat unterschiedliche Anforderungen in Bezug auf die Reflektivität. Ein spezielles Verfahren (Anspruch 5) kann dazu dienen, dass gewisse Fazetten eine bestimmte Reflexion haben. Den Winkel zwischen der Fazette und dem Wellenleiter kann von Fall zu Fall adaptiert werden. Schräge Fazetten reduzieren die Reflektivität sehr stark [16]. Zuzüglich zu obgenannten Verfahren (Ansprüche 1 bis 4) wird dieses neue Verfahren angewendet: Das Wanderwellen Eingang-Ausgang-Paar hat einen anderen Fazettenwinkel als die anderen Eingang-Ausgang-Paare (Fig.1,2,3,4,5). Das Paar mit der schrägeren Fazette wird zu einem optischen Wanderwellenweg, die anderen Ein- und Ausgänge wirken als resonanten Kavität.

- 15 Anspruch 6 ist ein weiteres Verfahren. Unter bestimmten Bedingungen ist es möglich eine Reflexionsstelle in der Verstärkungssektion einzuführen. Das Bauteil wird dann zu einem "reflektierenden" Element (Fig.5). Der Mischer wirkt im Hinweg als Mischer und im Rückweg als Entmischer. Die Bedingungen sind: der Mischer/Entmischer soll so sein dass das Wanderwellenlicht, das in einen Wellenleiter gesendet wird, in denselben Wellenleiter zurückgesendet wird.

Die Vorteile der Entdeckung sind die folgenden:

- 25 - Kein Gitter wird gebraucht. Die Integration wird damit viel einfacher.

- 0       - Der Wellenlängenbereich für externe Signale wird nicht eingeschränkt.  
- Das resonante Licht wird am Ausgang örtlich von den externen Signalen  
getrennt. Damit ist der Gebrauch von Wellenlängenfiltern nicht zwingend.  
- Das resonante Licht gelangt nicht zurück in den Eingang wo externe Signale  
eingeführt werden. Dadurch ist der Gebrauch von Wellenlängenfiltern und  
5       optischen Isolatoren nicht zwingend.

**Fig. 1**   Prinzip des allgemeinen Verfahrens zur Unterdrückung der Sättigung  
und der nichtlinearen Effekte in optischen Halbleiterverstärkern.

- 1= erster Eingang, 2= zweiter Eingang, 3= Mischer,  
10       4= Verstärkungssektion mit optischen Halbleiterverstärkern,  
5= Entmischer, 6= erster Ausgang, 7= zweiter Ausgang,  
8= Reflexionsstellen.

**Fig. 2**   Prinzip des ersten speziellen Verfahrens zur Unterdrückung der Sätti-  
gung und der nichtlinearen Effekte in optischen Halbleiterverstärkern.

- 15       Es basiert auf einer Mach-Zehnder Interferometer Konfiguration.  
1= erster Eingang, 2= zweiter Eingang, 3a= 2x2 Lichtteiler mit Teiler-  
verhältnis 50/50, 4a= Verstärkungssektion mit zwei optischen Halblei-  
terverstärkern, 5a= 2x2 Lichtteiler mit Teilverhältnis 50/50,  
6= erster Ausgang, 7= zweiter Ausgang, 8= Reflexionsstellen.  
20       11=Phasenschieber.

**Fig. 3**   Prinzip des zweiten speziellen Verfahrens zur Unterdrückung der Sät-  
tigung und der nichtlinearen Effekte in optischen Halbleiterverstärkern.

- Es basiert auf einer Mode-Mischer/-Entmischer Konfiguration.  
25       1= erster Eingang, 2= zweiter Eingang, 3b= Modemischer,

0                    4b= Verstärkungssektion mit einem multimodigen optischen Halbleiterverstärker, 5b= Modeentmischer, 6= erster Ausgang, 7= zweiter Ausgang, 8= Reflexionsstellen.

**Fig. 4**    Prinzip des dritten speziellen Verfahrens zur Unterdrückung der Sättigung und der nichtlinearen Effekte in optischen Halbleiterverstärkern.

5                    Es basiert auf einer umgekehrte Mode-Filter Mode-Filter Konfiguration.

                    1= Wanderwellen Eingang, 2a,b= Resonante Eingänge, 3c= umgekehrte Mode-Filter, 4b= Verstärkungssektion mit einem multimodigen optischen Halbleiterverstärker, 5c= Mode-Filter, 6a,b= resonante Ausgänge, 7= Wanderwellen Ausgang, 8a,b,c,d= Reflexionsstellen, 9a,b,c,d=Nebenwellenleiter um das unerwünschte Licht wegzuführen, 10a,b,c,d=Verluststellen.

**Fig. 5**    Prinzip des "reflektierenden" Elementes, basierend auf dem allgemeinen Verfahren mit einer Reflexionsstelle in der Verstärkungssektion.

15                   1a= erster Ein- Ausgang, 2a= zweiter Ein- Ausgang, 3d= Mischer/Entmischer, 4=Verstärkungssektion mit optischen Halbleiterverstärkern, 8= Reflexionsstellen, 9= Reflexionsstelle in Verstärkungssektion.

20

25

0       **Fig. 1**   Prinzip des allgemeinen Verfahrens (Anspruch 1) zur Unterdrückung  
der Sättigung und der nichtlinearen Effekte in optischen Halbleiterver-  
stärkern. Den Wanderwellen Eingang entspricht eineindeutig einem  
bestimmten Ausgang. Illustriert wird als Beispiel das Eingang-Aus-  
gang-Paar {1,7} als Wanderwellenweg und {2,6} als resonante Weg.  
5       Ein Paar (hier zum Beispiel das Paar {2,6}) wird mit zwei Reflexions-  
stellen versehen und dient als optische Rückkopplung, um die Ladung-  
strägerinversion in der Verstärkungssektion zu begrenzen. Das zweite  
Paar (hier zum Beispiel das Paar {1,7})) dient als optischer Wander-  
wellenverstärker. Der Mischer überlagert das Licht von den Eingängen  
10       örtlich. Diese Komponente muß die Information über die Herkunft des  
Lichtes erhalten. Diese ist dann in der komplexen Lichtverteilung en-  
thalten. Der Entmischer benützt die Information über die Herkunft des  
Lichtes (enthalten in der komplexen Lichtverteilung), um das resonante  
Licht vom Wanderwellenlicht zu trennen und nach zwei oder mehreren  
15       getrennten Ausgängen zu schicken. In der Verstärkungssektion sind  
beide, das resonante und das Wanderwellenlicht, überlagert und wer-  
den durch dasselbe invertierte Material verstärkt.  
Die Pfeile zeigen die Richtung der Lichtpropagation. Im Weiss sind die  
passiven Wellenleiter, schraffiert ist das Halbleiter Verstärkungsmedi-  
um gezeichnet.  
20       Gemäß Anspruch 5, hat das resonante Eingang-Ausgang-Paar {2,6}  
eine weniger schräge Fazette (hier als Beispiel eine senkrechte Fazette)  
als die Fazette des Wanderwellen Eingang-Ausgang-Paars {1,7}.

25

- 0      **Fig. 2**    Prinzip des ersten speziellen Verfahrens (Anspruch 2) zur Unterdrückung der Sättigung und der nichtlinearen Effekte in optischen Halbleiterverstärkern. Es basiert auf Figur 1 in einer Mach-Zehnder Interferometer Konfiguration.
- 5      Der Mischer ist durch einen 2x2 Lichtteiler mit Teilerverhältnis 50/50, der Entmischer durch einen weiteren 2x2 Lichtteiler mit Teilerverhältnis 50/50 gegeben. Die Information über die Herkunft des Lichtes wird in der relativen Phase der beiden Ausgänge erhalten, respektive ist in der relativen Phase der beiden Eingängen enthalten. Zum Beispiel können als 2x2 Teiler folgende Komponenten der integrierten Optik verwendet werden: Richtungskoppler [1], Zwei-Mode oder Multi-Mode Interferenz (MMI)-Koppler [8], asymmetrische X-Junktionen [9] ... Die Verstärkungssektion enthält zwei getrennte, idealerweise identische Wellenleiter. In beiden Wellenleitern wird das Verstärkungsmedium platziert. Im Fall von nicht identische Wellenleiter soll ein Phasenschieber in ein Wellenleiter eingesetzt werden. In der Verstärkungssektion sind beide, das resonante und das Wanderwellenlicht, überlagert und werden durch dasselbe invertierte Material verstärkt. Typische Intensitätsverteilungen sind eingezeichnet, schwarze Flächen für das resonante Eingangs-Ausgangs-Paar und weiße Flächen für das
- 10      Wanderwellen Eingangs-Ausgangs-Paar. In den Verstärkungssektion sind die Phasen der beiden Paare unterschiedlich und enthalten die Information über die Herkunft des Lichts. Die Pfeile zeigen die Richtung der Lichtpropagation. Die passiven Wellenleiter sind in Weiss, das Halbleiter Verstärkungsmedium schraffiert gezeichnet.
- 15
- 20
- 25

0                    Gemäß Anspruch 5, hat das resonante Eingang-Ausgang-Paar {2,6}  
eine weniger schräge Fazette (hier als Beispiel eine senkrechte Fazette)  
als die Fazette des Wanderwellen Eingang-Ausgang-Paars {1,7}.

Fig. 3    Prinzip des zweiten speziellen Verfahrens (Anspruch 3) zur Unter-  
drückung der Sättigung und der nichtlinearen Effekte in optischen Hal-  
5    leiterverstärkern. Es basiert auf Figur 1 mit einer Mode-Mischer/-  
Entmischer Konfiguration.

Der Mischer ist ein Modemischer, der Entmischer ein Modeentmischer.  
Der Modemischer hat zwei Eingänge und einen Ausgang. Der Grund-  
mode eines Eingangs führt zum Grundmode des Ausgangs, der Grund-  
10    mode des zweiten Eingang führt zum zweite Mode des Ausgangs. Der  
Modeentmischer hat einen Eingang und zwei Ausgänge. Der Grund-  
mode des Eingangs führt zum Grundmode eines Ausgangs. Der zweite  
Mode des Eingangs führt zum Grundmode des zweiten Ausgangs. Zum  
Beispiel können als Modemischer und Modeentmischer folgende Kom-  
15    ponenten der integrierten Optik verwendet werden: asymmetrische ad-  
iabatische Y-Junktionen [9] [12], bestimmte Reihenfolgen von MMI-  
Kopplem [13][14][15]...

Die Verstärkungssektion enthält in diesem Fall einen Wellenleiter mit  
mindestens zwei Moden.

20    Typische Amplitudenverteilungen werden gezeichnet mit schwarzen  
Flächen für das resonante Eingangs-Ausgangs-Paar und mit weissen  
Flächen für das Wanderwellen Eingangs-Ausgangs-Paar. Die Pfeile  
zeigen die Richtung der Lichtpropagation. In Weiss sind die passiven  
25    Wellenleiter, schraffiert ist das Halbleiter Verstärkungsmedium

0 gezeichnet.

Gemäß Anspruch 5, hat das resonante Eingangs-Ausgangs-Paar {2,6} eine weniger schräge Fazette (hier als Beispiel eine senkrechte Fazette) als die Fazette des Wanderwellen Eingang-Ausgang-Paars {1,7}

5 **Fig. 4** Prinzip des dritten speziellen Verfahrens (Anspruch 4) zur Unterdrückung der Sättigung und der nichtlinearen Effekte in optischen Halbleiterverstärkern. Es basiert auf ein umgekehrte Mode-filter und ein Mode-Filter (Fig.4). Der umgekehrte Modefilter hat mehreren

10 Eingänge und einen Hauptausgang. Der Grundmode eines Eingangs führt zum Grundmode des Hauptausgangs, die anderen Eingängen führen zum zweiten Mode des Hauptausgangs. Der Mode-Filter hat einen Haupteingang und mehrere Ausgänge. Der Grundmode des Haupteingangs führt zum Grundmode eines Ausgangs. Der zweite

15 Mode des Haupteingangs führt zu den anderen Ausgängen. Zum Beispiel können MMI-Kopplern [13][14] als Mode-Filter und umgekehrte Mode-Filter wirken. Besonders MMI-Koppler der Länge  $L=3L_c/4$  mit ein Eingang in der Mitte und zwei Eingänge ganz am Rand, und ein Hauptausgang in der Mitte (Fig.4) sind besonders geeignet. Nebenausgänge bringen unerwunte Lichtstrahlen zur Verlustregionen. Die Verstärkungssektion enthält in diesem Fall einen Wellenleiter mit

20 mindestens zwei Moden. Das gesamt Bauteil hat folgende Eigenschaften: Ein Eingang führt eineindeutig zu einem bestimmten Ausgang, diese Eingang-Ausgangs-Paar ist der Wanderwellenweg. Die anderen Ein- und Ausgänge bilden eine resonante Kavität.

25 Gemäß Anspruch 5, haben die resonanten Ein- Ausgängen {2ab, 6ab}



0

eine weniger schräge Fazette (hier als Beispiel eine senkrechte Fazette) als die Fazette des Wanderwellen Eingang-Ausgang-Paars {1,7}.

5

**Fig. 5** Prinzip des "reflektierenden" Elementes (Anspruch 6), basierend auf dem allgemeinen Verfahren mit einer Reflexionsstelle in der Verstärkungssektion. Der Mischer wirkt im Hinweg als Mischer und im Rückweg als Entmischer. Die Bedingungen sind: der Mischer/Entmischer soll so sein dass das Wanderwellenlicht, das in einen Wellenleiter gesendet wird, in denselben Wellenleiter zurückgesendet wird.

10

15

20

25

0

**Referenzen**

- [1] T. Tamir: 'Integrated Optics', Topics in Applied Physics vol.7, Springer Verlag 2nd Edition, 1985, ISBN 0-387-09673-6.
- [2] M.J. O'Mahony 'Semiconductor laser optical amplifiers for use in future fiber systems' IEEE Journal Lightwave Technology, Vol.6, april 1988, pp. 531-544.
- 5 [3] Agrawal G. P., Dutta N.K. ' Long-wavelength semiconductor lasers' Van Nostrand Reinhold, 1986, ISBN, 0-442-20995-9.
- [4] L.F. Tiemeijer et all. 'Direct electronic compensation of the amplifier nonlinearity in semiconductor laser amplifiers', Appl. Phys. Lett. 64 (16), April 1994, pp. 2053-2055.
- 10 [5] Lablonde L. et all. 'experimental and theoretical investigation of gain clamped semiconductor optical amplifier' Proc. ECOC'94, Florence, Paper WE.C.3.3, pp. 715-718.
- [6] Soulage G. et all. 'Clamped gain travelling wave semiconductor optical amplifier as a large dynamic range optical gate' Proc. ECOC'94, Flo-
- 15 rence, Paper Tu.P.20, pp. 451-454..
- [7] Besse P.A. 'Modal Reflectivities and new Derivation of the Basic Equations for Semiconductor Optical Amplifiers' Diss. ETH No. 9608, 1992, Zurich, Schweiz.
- 20 [8] M.K. Smit 'Integrated Optics in Silicon-Based Aluminium Oxide', PhD Thesis, Delft University of Technology, Delft, the Netherlands, 1991, ISBN 90-9004261-X.
- [9] W.K. Burns et all. 'An analytic solution for mode coupling in optical waveguide brances', IEEE, Journal of Quantum Electronics, Vol. QE-
- 25

- 0 16, April 1980, pp. 446-454.
- [10] M. Bachmann et al. 'Polarization-insensitive low-voltage optical waveguide switch using InGaAsP/InP four-port mach-Zehnder interferometer' in Optical Fiber Communication Conference and International Conference on Integrated optics and Optical Fiber Communication, Vol. 4 off 1993 OSA Technical Digest Series (Optical Society of America, Washington, D.C., 1993) pp. 32-33.
- 5 [11] N. Vojdani et al. 'All optical wavelength conversion at 5 Gbit/s with monolithic integration of semiconductor optical amplifier in a passive asymmetric Mach-Zehnder Interferometer', Proc. ECOC'94, Florence, postdeadline paper pp. 95-98.
- 10 [12] Y. Silberberg et al. 'Digital Optical Switch', Appl. Phys. Lett. 51 (16), Oct. 1987, pp. 1230-1232.
- [13] M. Bachmann, et al. 'Overlapping-image Multi-Mode interference couplers with reduced number of self-images for uniform and non-uniform power splitting', accepted for publication in Applied Optics.
- 15 [14] M. Bachmann, 'Polarization Insensitive Integrated Optical Waveguide Switches Using InGaAsP/InP', PhD-thesis, Diss ETHZ-Zurich No.11072, Switzerland, 1995.
- [15] R. Hess et al.: 'Optical Mode-Combiners based on Planar Multi-Mode Interference Couplers in InGaAsP/InP', Proc. ECIO'95, pp. 327-330, paper WeA3, 3.-6. Apr. 1995, Delft, the Netherlands.
- 20 [16] Besse et al. 'Reflectivity minimization of semiconductor lasers with coated and angled facets considering two dimensional beam profiles' IEEE Journal of Quantum Electronics, QE-27, 1991, pp. 1830-1836.
- 25

0

**Patentansprüche**

5

10

15

20

25

1. Verfahren um fixierte optische Verstärker zu realisieren, indem das resonante Licht und die Wanderwellensignale durch verschiedene komplexe Lichtverteilungen gekennzeichnet sind so dass beide, das resonante und das Wanderwellenlicht, gemischt und später getrennt werden können.  
Das Bauteil enthält folgende Komponenten (Fig.1):
  - ein getrennte Eingang-Ausgang-Paar für die Wanderwellensignale und andere Wege für das resonante Licht,
  - ein Mischer, der die Wanderwellensignale und das resonante Licht örtlich überlagert,
  - eine Verstärkungssektion, in welcher beide, das resonante und das Wanderwellenlicht, überlagert sind und verstärkt werden,
  - ein Entmischer, der die Information über die Herkunft des Lichtes benützt um das resonante Licht vom Wanderwellenlicht zu trennen und nach zwei oder mehreren getrennten Ausgängen zu schicken,
  - zwei oder mehrere so platzierte Reflexstellen, dass mindestens ein Eingang-Ausgang-Paar resonant und damit die Inversion und die Verstärkung in der Verstärkungssektion begrenzt wird.Zudem sind, bei mindestens ein sogenanntes Wanderwellen Eingang-Ausgang-Paar, Maßnahmen vorzusehen, um störende Reflexionen zu vermeiden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Mischer durch einen 2x2 Lichtteiler mit Teilerverhältnis nahe an 50/50 und der Entmischer durch einen weiteren 2x2 Lichtteiler mit Teilerverhältnis nahe an

- 0 50/50 gebaut sind (Fig 2), und auch dadurch gekennzeichnet, dass die Verstärkungssektionen in zwei getrennte, idealerweise identische Wellenleiter plaziert sind, so dass das gesamte Bauteil ein Mach-Zehnder Interferometer mit folgenden Eigenschaften ist: jeder Eingang führt eineindeutig zu einem bestimmten Ausgang, das eine Eingangs-Ausgangs-Paar ist eine
- 5 resonante Kavität und das Andere ein optischer Wanderwellenweg.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Mischer ein Modemischer ist, dass der Entmischer ein Modeentmischer ist (Fig.3), und dass die Verstärkungssektion einen Wellenleiter mit mindestens zwei
- 10 Moden ist, zudem hat das gesamte Bauteil folgende Eigenschaften: jeder Eingang führt eineindeutig zu einem bestimmten Ausgang, ein Eingangs-Ausgangs-Paar entspricht einer resonanten Kavität, das Andere einem optischen Wanderwellenweg.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Mischer ein umgekehrte Mode-filter ist, dass der Entmischer ein Mode-Filter (Fig.4)
- 15 ist, dass Nebenausgänge unerwünschte Lichtstrahlen zur Verlustregionen bringen und dass die Verstärkungssektion einen Wellenleiter mit mindestens zwei Moden enthält, zudem hat das gesamte Bauteil folgende Eigenschaften: ein Eingang führt eineindeutig zu einem bestimmten Ausgang, diese Eingang-Ausgangs-Paar ist der Wanderwellenweg, die anderen
- 20 Ein- und Ausgänge bilden eine resonante Kavität.
5. Verfahren nach Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Winkel zwischen der Fazette und dem Wellenleiter dazu dient, die Reflektivitäten so zu beeinflussen, dass das Wanderwellen Eingang-Ausgang-Paar vernachlässigbare Reflektivitäten sieht und dass die anderen Ein- und Aus-
- 25

- 0 gänge als resonanten Kavität wirken.
6. Verfahren um reflektierende Elemente (Fig.5), die auf den Ansprüchen 1 bis 5 basieren, zu machen, wobei eine Reflexionsstelle in der Verstärkungssektion eingeführt ist und wobei das Wanderwellenlicht, das in einen Wellenleiter gesendet wird, in denselben Wellenleiter zurückgesendet wird.
- 5

10

15

20

25

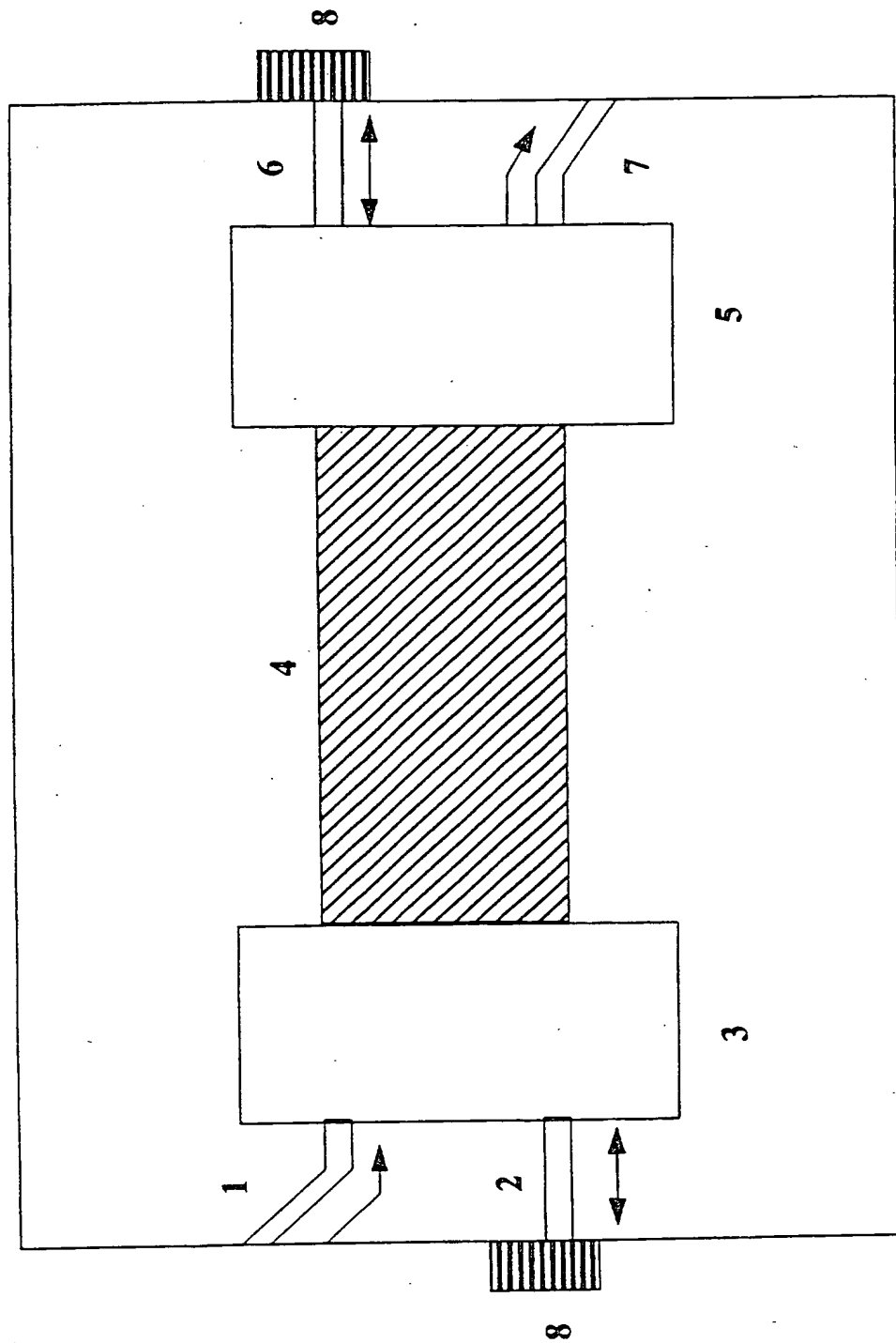


Fig. 1

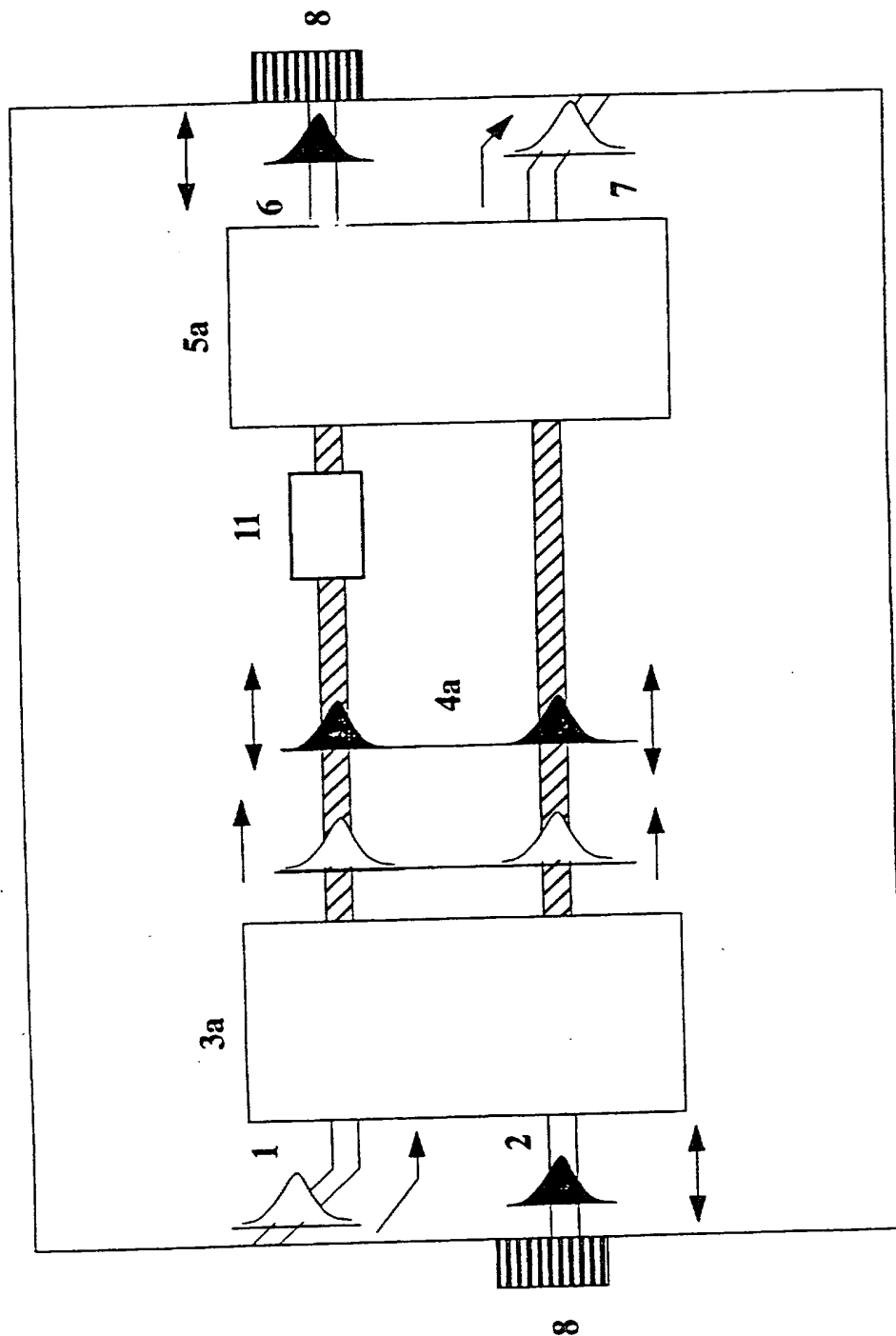


Fig. 2



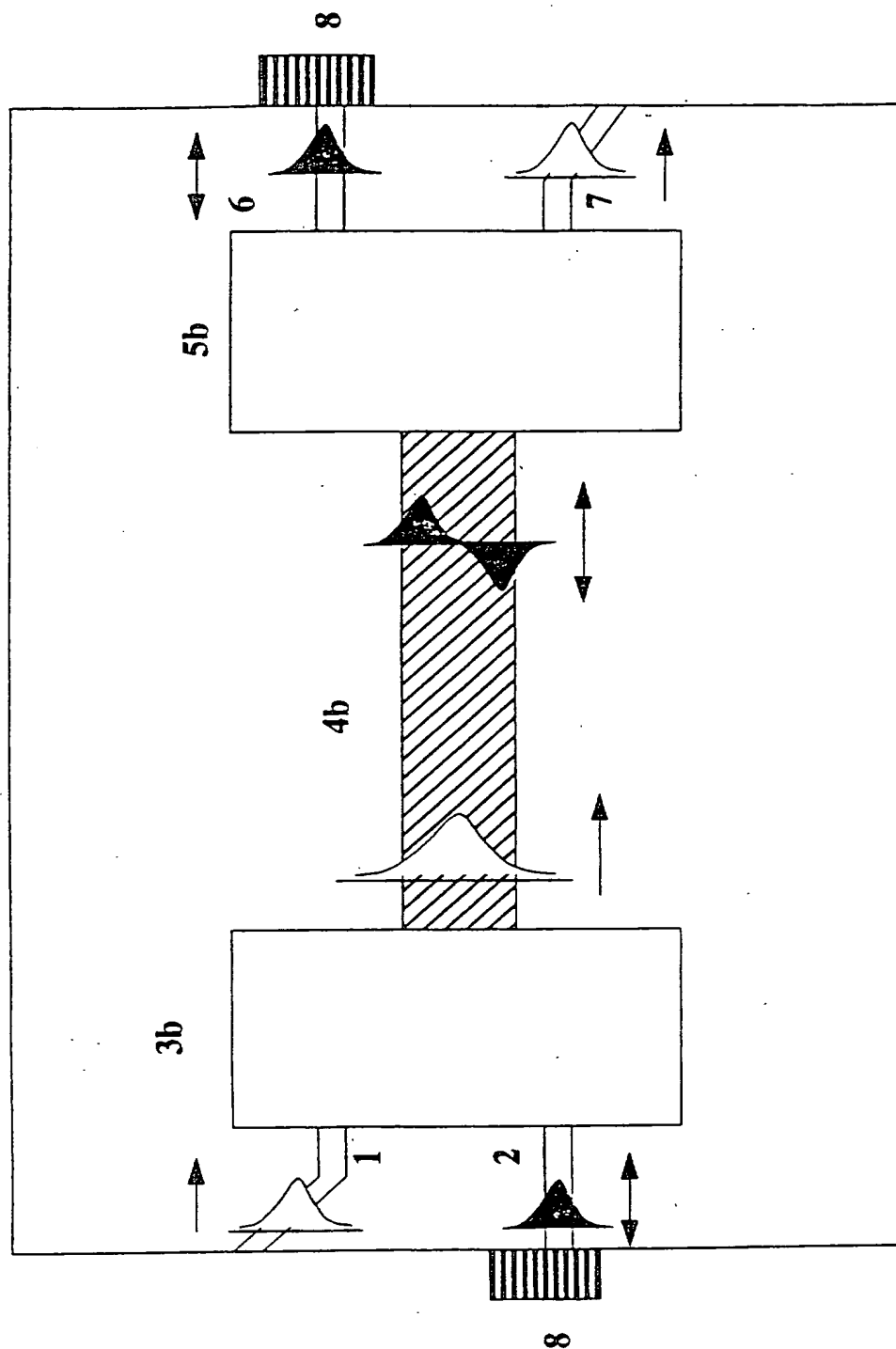


Fig. 3

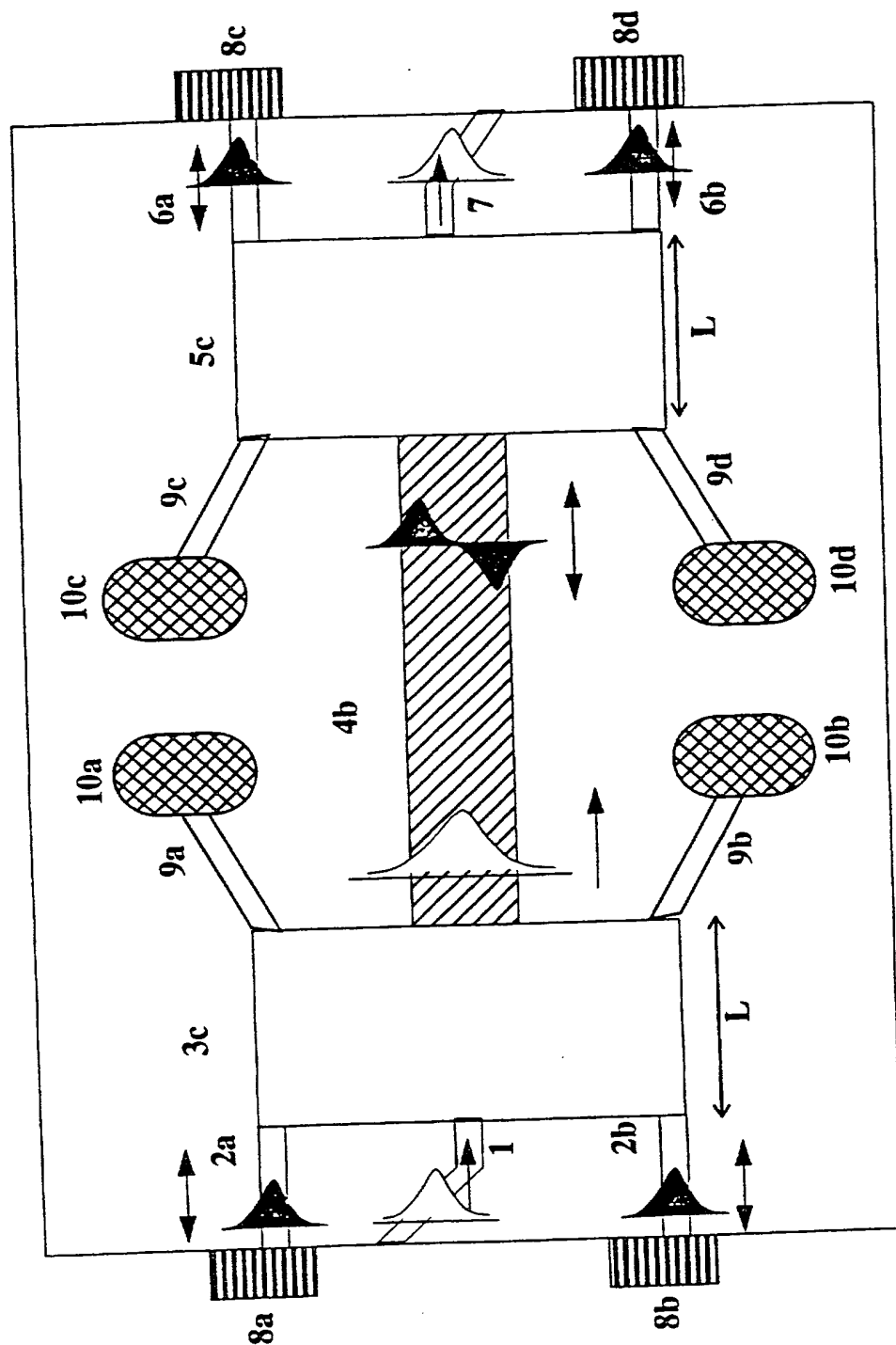


Fig. 4

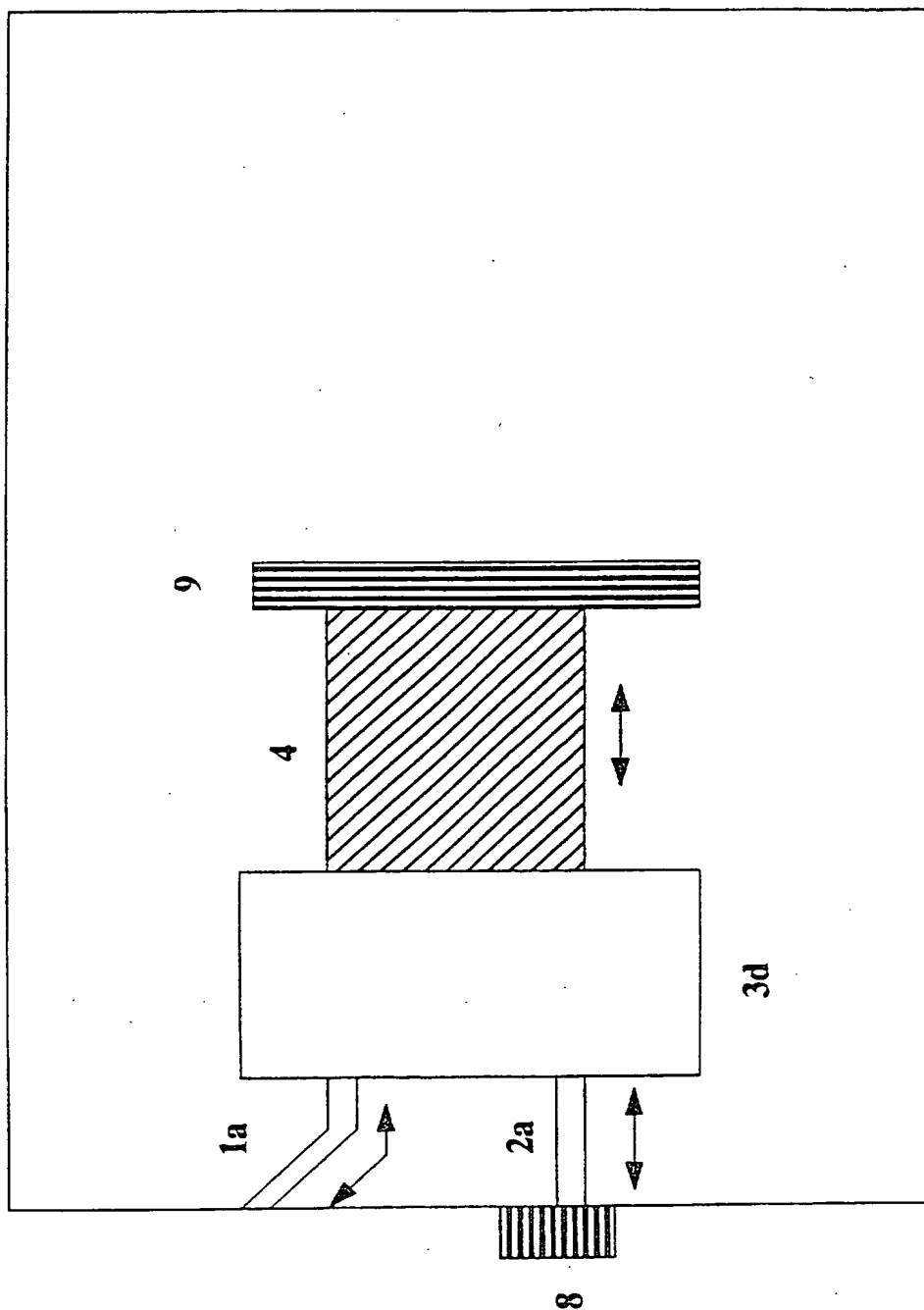


Fig. 5

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/CH 95/00233

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 6 H01S3/25 H01S3/025 G02B6/28

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 6 H01S

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US,A,3 467 906 (R.H.CORNELY ET AL.) 16 September 1969 see column 2, line 39 - column 4, line 14; figures 1,2 see column 5, line 15 - line 39 ---	1
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 014 no. 038 (E-878) ,24 January 1990 & JP,A,01 270379 (SEIKO EPSON CORP) 27 October 1989, see abstract ---	1
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 015 no. 210 (P-1208) ,29 May 1991 & JP,A,03 056944 (NEC CORP) 12 March 1991, see abstract --- -/--	1,2,5

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents :

- \* "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \* "E" earlier document but published on or after the international filing date
- \* "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \* "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \* "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \* "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \* "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \* "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \* "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

19 December 1995

Date of mailing of the international search report

10.01.96

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+ 31-70) 340-3016

Authorized officer

Stang, I

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter nal Application No  
PCT/CH 95/00233

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	IEEE PHOTONICS TECHNOLOGY LETTERS, vol. 4, no. 4, April 1993 NEW YORK, US, pages 412-414, XP 000368318 V.L.DA SILVA ET AL. 'Automatic gain flattening in optical fiber amplifiers via clamping of inhomogeneous gain' see page 412 - page 413, left column, line 16; figures 1-3 ---	1,2
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 013 no. 401 (E-816) ,6 September 1989 & JP,A,01 143382 (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 5 June 1989, see abstract ---	1
A	PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL SEMICONDUCTOR LASER CONFERENCE, vol. 14, 19 September 1994 NEW YORK, US, pages 185-186, XP 000514864 P.DOUSSIERE ET AL. 'Clamped gain travelling wave semiconductor optical amplifier for wavelength division multiplexing applications' see the whole document -----	1

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/CH 95/00233

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
---	---------------------	----------------------------	---------------------

US-A-3467906

16-09-69

NONE

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Inte: nales Aktenzeichen  
PCT/CH 95/00233

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 6 H01S3/25 H01S3/025 G02B6/28

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 6 H01S

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US,A,3 467 906 (R.H.CORNELY ET AL.) 16.September 1969 siehe Spalte 2, Zeile 39 - Spalte 4, Zeile 14; Abbildungen 1,2 siehe Spalte 5, Zeile 15 - Zeile 39 ---	1
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 014 no. 038 (E-878), 24.Januar 1990 & JP,A,01 270379 (SEIKO EPSON CORP) 27.Oktober 1989, siehe Zusammenfassung ---	1
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 015 no. 210 (P-1208), 29.Mai 1991 & JP,A,03 056944 (NEC CORP) 12.März 1991, siehe Zusammenfassung ---	1,2,5
	-/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

19.Dezember 1995

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

10.01.96

Name und Postanschrift der Internationale Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+ 31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Stang, I

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/CH 95/00233

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	IEEE PHOTONICS TECHNOLOGY LETTERS, Bd. 4, Nr. 4, April 1993 NEW YORK, US, Seiten 412-414, XP 000368318 V.L.DA SILVA ET AL. 'Automatic gain flattening in optical fiber amplifiers via clamping of inhomogeneous gain' siehe Seite 412 - Seite 413, linke Spalte, Zeile 16; Abbildungen 1-3 ---	1,2
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 013 no. 401 (E-816) ,6.September 1989 & JP,A,01 143382 (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 5.Juni 1989, siehe Zusammenfassung ---	1
A	PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL SEMICONDUCTOR LASER CONFERENCE, Bd. 14, 19.September 1994 NEW YORK, US, Seiten 185-186, XP 000514864 P.DOUSIERE ET AL. 'Clamped gain travelling wave semiconductor optical amplifier for wavelength division multiplexing applications' siehe das ganze Dokument -----	1



# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/CH 95/00233

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US-A-3467906	16-09-69	KEINE	

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**